



# BEST AVAILABLE COPY

[B] (11) KUULUTUSJULKAISU 54972  
UTLÄGGNINGSSKRIFT

C (45) Patentti myönnetty 10 04 1979  
Patent meddelat  
(51) Kv.Ik.2/Int.Cl.2 G 01 B 11/02

SUOMI—FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus  
Patent- och registerstyrelsen

(21) Patenttihakemus — Patentansökning	780164
(22) Hakemispäivä — Ansökningsdag	18.01.78
(23) Alkupäivä — Giltighetsdag	18.01.78
(41) Tullut julkiseksi — Blivit offentlig	
(44) Nähtäväksiäpanon ja kuul.julkaisun pvm. — Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	29.12.78
(32)(33)(31) Pyydetty etuoikeus — Begärd prioritet	

- (71) A-Elektroniikka Oy, Turuskatie 5, 01490 Vantaa 49, Suomi-Finland(FI)  
(72) Erkki Uolevi Naulapää, Vantaa, Jarmo Pekka Antero Halko, Helsinki,  
Suomi-Finland(FI)  
(74) Oy Kolster Ab  
(54) Menetelmä ja laitteisto kappaleen dimension optiseksi mittaamiseksi -  
Förfarande och anordning för optisk mätning av dimensionen hos en kropp

Tämän keksinnön kohteena on menetelmä kappaleen dimension optiseksi mittaamiseksi antamalla suuntansa säilyttävän valonsäteen pyyhkäistä valo-sähkömuuntimen ylitse tämän eteen sovitettun rasterin kautta, joka rasteri koostuu vuorottain sovitetuista läpinäkyvyydestä ja läpinäkyvistä alueista niin, että valo-sähkömuunnin vastaanottaa valopulsseja, jolloin mitattava kappale sijoitetaan rasterin eteen niin, että se estää valonsäteiden pääsyn rasterille ja vastaavasti valo-sähkömuuntimeen mitattavaa dimensiotaan vastaavalla alueella, ja vastaanotetut valopulssit muunnetaan sähköpulsseiksi, joiden lukumäärän perusteella mitattava dimensio on laskettavissa.

Keksinnön kohteena on myös menetelmän soveltamiseen käytettävä laitteisto.

Pyyhkäisevään valonsäteeeseen ja mittausrasteriin perustuva digitaalinen mittausmenetelmä on tunnettu patenttihakemuksesta 1366/72 sekä nyttemmin käytännössä toimivista laitteista. Näissä käytetään kuitenkin vain yhtä mittarasteria, jolloin mittauksista tulee käytännössä rajoittamaan valon diffraktio jäljempänä esitettävällä tavalla.

Valonsäteiden pyyhkäisyyden perustuva mittauslaite voidaan rakentaa esimerkiksi kuvion 1 mukaisella tavalla. Rasteri 6 koostuu toisaalta läpinäkyvyydestä ja

toisaalta läpinäkyvistä alueista, esim. juovista, ja rasterilta valo johdetaan valon ilmaisimille 7, jotka muuttavat valopulssit sähköiseen muotoon. Jotta puls-sien amplitudi olisi vakiosuuruinen ja pulsseja muodostuisi jokaisesta rasterin läpinäkyvästä alueesta, täytyy käytettävän valonsäteen olla korkeintaan rasterin mustan läpinäkymättömän alueen levyinen.

Rasteri voidaan rakentaa erittäin hienojakoiseksi; optiikassa nimitetään tällaista laitetta hilaksi. Rasterin jako ei siten rajoita tällä menetelmällä saavutettavaa tarkkuutta.

Myös valonsäde, etenkin monokromaattinen lasersäde, voidaan fokusoida hyvin hueksi. Kuitenkin fokuksipisteen halkaisija ja saapuvan valonsäteen konvergenssi ovat riippuvuussuhteessa toisistaan. Kuvion 2 esittämässä tapauksessa fokuksipisteen halkaisija ja säteen konvergenssi voidaan määrätä kaavasta

$$\frac{1}{2}d = \frac{1,22 \lambda l}{D} \quad (1)$$

esimerkiksi kaksinkertaista fokuksipisteen halkaisijaa vastaava syvätarkkuus saadaan kaavasta

$$\Delta l_2 \approx \frac{2}{1,22} \frac{d^2}{\lambda} \quad (2)$$

Kuvion 1 mukaisessa laitteessa valonsäde fokuksoidaan minimileveyteensä vain yhdessä rasterin pisteessä, muualla fokus on joko rasterin edessä tai takana. Mittaustarkkuuden parantamisessa törmätään siis optiikan perusongelmaan, fokus-syvätarkkuus-rohlemaan. Käytännön mittalaitteissa rajan asettaa kaavan (1) mukainen valon diffraktio. Tarkkuutta voitaisiin parantaa käyttämällä sinistä tai ultraviolettivaloa, mutta tällaista valoa lähettäviä, luotettavia ja halpoja lasereita ei toistaiseksi ole ollut markkinoilla. Muun kuin laser-valon käyttäminen tämän mittausmenetelmän mukaisessa laitteessa ei värivirheiden ja fokuksintivaikeuksien vuoksi tule jaksamaan.

Tämän keksinnön tarkoituksena on edellä mainittujen haittojen poistaminen ja luotettavan optisen mittauksen tarkkuuden lisääminen.

Tämä tarkoitus on saavutettu soveltamalla esillä olevaa keksintöä, joka perustuu siihen havaintoon, että mittaustarkkuutta voidaan parantaa muodostamalla mittausrasteri kahdesta tai useammasta, samajakoisesta, rinnakkain sijoitetusta, mutta toistensa suhteen limitetystä osarasterista, joilta, saatavat valopulssit otetaan ja lasketaan erikseen kultakin osarasterilta. Pulssien lukumäärät voidaan laskea tietokoneella ja vertaamalla eri rastereilta saatavia lukumääriä kontrolloida automaattisesti mittauslaitteen toimintaa ja häiriötapauksessa hylätä väärä tulos.

Tärkeimpinä sanottuna keksinnön mukaiselle menetelmälle on pääasiallisesti tunnusomaista, että käytetään sellaista rasteria, joka on jaettu ainakin kahdeksi alueeksi, joiden suhteellisen osajakoisiksi, rinnakkain sijoitetuiksi ja toistensa suhteen

limitetyksi osarasteriksi, joilta saatavat valopulssit ilmaistaan ja lasketaan erikseen kultakin osarasterilta.

Keksinnön mukaiselle laitteistolle on puolestaan pääasiallisesti tunnusomaista, että

- rasteri on jaettu ainakin kahdeksi aluesovituksestaan samajakoiseksi rinnakkain sijoitetuksi ja toistensa suhteen limitetyksi osarasteriksi,
- valo-sähkömuunnin on vastaavasti jaettu ainakin kahdeksi erilliseksi osamuuntineksi eri osarastereilta tulevien valopulssien vastaanottamiseksi ja
- laitteisto käsittää lasku- ja vertailuelimet osamuuntimista tulevien sähköpulssien laskemiseksi ja käsittelemiseksi.

On kuitenkin huomattava, että suojapiiriä määriteltäessä on patenttiselitys ja liitteenä olevat piirustukset patenttilain edellyttämällä tavalla kokonaisuudessaan otettava huomioon.

Keksinnön avulla voidaan parantaa valonsäteen pyyhkäisyyn perustuvan digitaalisen mittauslaitteen tarkkuutta huomattavasti yli aikaisemmin tunnettujen ratkaisujen antamien mahdollisuuksien.

Keksintöä ryhdytään seuraavassa lähemmin tarkastelemaan liitteinä olevien piirustusten avulla.

Kuvio 1 esittää, kuten on jo käynyt ilmi, kaaviollisesti keksinnön perustana olevaa mittausmenetelmää.

Kuvio 2 esittää valonsäteen fokusoitumista.

Kuvio 3 esittää keksinnön mukaisessa menetelmässä ja laitteistossa käytettävää kahdesta osarasterista koostuva rasterirakennetta.

Kuvio 4 esittää osittain kaaviollisesti keksinnön mukaista mittausmenetelmää.

Kuvion 1 mukaan laserista 2 lähtevä säde osuu pyöritettävissä olevaan peiliin 3, josta se heijastuu toiseen peiliin 4, jonka pöikkipinta on paraabelin kaaren muotoinen. Pyörivä peili 3 on sovitettu ajatellun paraabelin fokukseen, jolloin paraabelipeilistä 4 heijastuvat säteet 8' ovat yhdensuuntaisia. Kun peili 3 pyörii nuolen E osoittamaan suuntaan, niin paraabelipeilistä 4 heijastuva säde 8' pyyhkäisee rasterin 6 ylitse suuntaansa muuttamatta. Tällöin saadaan rasteriin 6 täsmälleen mitattavan kappaleen 1 suuruinen "varjo", kun säde 8' liikkuu rasterin 6 piteuden yli. Alueella a ja c syntyy valopulsseja, koska säde 8' katkeaa jokaisen läpinäkyvättömän juovan kohdalla, eli syntyy vilkkuva valo. Välissä olevalla alueella b puolestaan mitattava kappale 1 estää säteen 8' pääsyn rasterille 6, jolloin ei synny lainkaan pulsseja. Mitattavan kappaleen paksuus saadaan tällöin kaavasta

$$b = h - a - c \quad (3)$$

jossa h tarkoittaa rasterin kokonaispituutta. Mittausyksikkönä on jakoväli, ts. läpinäkyvättömän ja läpinäkyvän osan yhteinen leveys, esimerkiksi 2 mm.

Paraabelipeilin 4 rakentaminen on kaariosan lyhyiden vuoksi helppoa, eikä sen tarkkuus rajoita käytetyn menetelmän tarkkuutta. Esim. tukkien paksuutta mitattaessa peilin 4 kaarevuussäde voi vaihdella alueella 2 ... 5 m.

Edellä olevassa tarkastelussa laseri 2, pyörivä peili 3 ja paraabelipeili yhdessä muodostavat ne pyyhkäisyelimet, joiden avulla valonsäde 8' voidaan siirtää sen suuntaa muuttamatta.

Valo-sähkömuunnin 7, joka ottaa vastaan valopulssit muuntaen ne sähköpulsseiksi, on jaettu kahdeksi erilliseksi osamuuntimeksi 7A ja 7B osarastereilta 6a ja 6b tulevien valopulssien vastaanottamiseksi.

Rasteri 6 koostuu vuorottain sovitetuista läpinäkyvyydestä ja läpinäkyvistä juovista 11, 10 ja on sovitettu valo-sähkömuuntimen 7 eteen niin, että valonsäde rasterille 6 osuessaan pääsee tämän läpi läpinäkyvien juovien 10 kohdalla. Rasteri 6 on esimerkkitapauksessa jaettu kahdeksi juovitukseksi 10, 11 samajakoiseksi, rinnakkain sijoitetuksi ja toistensa suhteen limitetyksi osarasteriksi 6a ja 6b. Laskimisto käsittää edelleen laskimet 8A ja 8B sekä tietokoneen 9, joka toimii laskimesta 8A ja 8B tulevien sähköpulsseiden vertailu- ja tulostuselimenä.

Esimerkkitapauksessa juovien 10, 11 limitys on järjestetty niin, että osarasterin 6A ja 6B mustan juovan 11 kohdalla on aina viereisen osarasterin läpinäkyvä juova 10. Raon eli läpinäkyvän juovan 10 levyinen valonraja liikkuu nuolen C osoittamassa suunnassa molempien osarasterien 6A ja 6B ylitse.

Mitattaessa esim. tukkien paksuuksia on toisaalta tukin 1 ja paraabelipeilin 4 ja toisaalta tukin 1 ja rasterin 6 välillä oltava riittävä etäisyys, jotta tukki 1 liikkuu ja siitä saattaa roiskua likaa ympäristöön.

Esimerkiksi kahta osarasteria käyttämällä päästään mittaustarkkuudessa juoleen yhden rasterin maksimitarkkuudesta. Jos merkitään

- rasterilta 6A saatava pulssimäärä = k
- rasterilta 6B saatava pulssimäärä = m
- rasterin A kokonaisrakomäärä = a
- rasterin B kokonaisrakomäärä = b

mitattavan kappaleen varjon pituus eli mitattava dimensio S saadaan kaavasta

$$S = (a + b - (k + m)) \times x \quad (4)$$

ossa mittayksikkönä on x (kuvio 3) eli rasterin jaon puolikas. Yhtä rasteria käytettäessä olisi mittaussyksikkönä rasterin koko jako-osa eli  $\frac{1}{2}x$ .

Keksinnön puitteissa voidaan ajatella lukuisia vaihtoehtoja. Niinpä osarasterien lukumäärä voi tarvittaessa olla suurempikin kuin kaksi, esim. 3 tai 4, jolloin voidaan limitystä tihentää ja samalla mittaustarkkuutta parantaa.

On huomattava, että valo-sähkömuuntimet voivat saada valopulssit myös esim. lasereiden tai valoa johtavien säikeiden välityksellä. Läpinäkyvät alueet voivat juovamaisen asemesta olla muodoltaan esim. ympyrän tai neliön muotoisia.

## Patenttivaatimukset:

1. Menetelmä kappaleen (1) dimension (b) optiseksi mittaamiseksi antamalla suuntansa säilyttävän valonsäteen (8') pyyhkäistä valo-sähkömuuntimen (7) ylitse tämän eteen sovitettun rasterin (6) kautta, joka rasteri (6) koostuu vuorottain sovitetuista läpinäkymättömistä (11) ja läpinäkyvistä alueista (10) niin, että valo-sähkömuunnin (7) vastaanottaa valopulsseja, jolloin mitattava kappale (1) sijoitetaan rasterin (6) eteen niin, että se estää valonsäteen (8') pääsyn rasterille (6) ja vastaavasti valo-sähkömuuntimen (7) mitattavaa dimensiotaan (b) vastaavalla alueella, ja vastaanotetut valopulssit muunnetaan sähköpulssiksi, joiden lukumäärän perusteella mitattava dimensio (b) on laskettavissa, t u n n e t t u siitä, että käytetään sellaista rasteria (6A, 6B), joka on jaettu ainakin kahdeksi alue-sovitukseltaan (10, 11) samajakoiseksi, rinnakkain sijoitetuksi ja toistensa suhteen limitetyksi osarasteriksi (6A ja 6B), joilta saatavat valopulssit ilmaistaan ja lasketaan erikseen kultakin osarasterilta (6A, 6B).

2. Patenttivaatimuksen 1 mukaisen menetelmän soveltamiseen käytettävä laitteisto, joka käsittää

- pyyhkäisyelimet (2, 3, 4) valonsäteen (8') siirtämiseksi sen suuntaa muuttamatta,
- valo-sähkömuuntimen (7) valopulssien vastaanottamista ja sähköpulssiksi muuntamista varten,
- rasterin (6), joka koostuu vuorottain sovitetuista läpinäkymättömistä (11) ja läpinäkyvistä (10) alueista ja joka on sovitettu valo-sähkömuuntimen (7) eteen niin, että valonsäde (8') rasterille (6) osuessaan pääsee tämän läpi läpinäkyvien alueiden (10) kohdalla,

t u n n e t t u siitä, että

- rasteri (6) on jaettu ainakin kahdeksi aluesovitukseltaan (10, 11) samajakoiseksi, rinnakkain sijoitetuksi ja toistensa suhteen limitetyksi osarasteriksi (6A ja 6B),
- valo-sähkömuunnin (7) on vastaavasti jaettu ainakin kahdeksi erilliseksi osamuuntimeksi (7A ja 7B) eri osarastereilta (6A ja 6B) tulevien valopulssien vastaanottamiseksi ja
- laitteisto käsittää lasku- ja vertailuelimet (8A, 8B ja 9) osamuuntimista (7A ja 7B) tulevien sähköpulssien laskemiseksi ja käsittämiseksi.

3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että osarasterien (6A ja 6B) lukumäärä on kaksi.

4. Patenttivaatimuksen 2 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että osarasterien (6A ja 6B) lukumäärä on kolme tai suurempi.

5. Patenttivaatimuksen 3 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että alueiden (10, 11) limitys on järjestetty niin, että kummankin osarasterin (6A ja 6B) läpinäkymättömän alueen (11) kohdalla on aina viereisen osarasterin läpinäkyvä alue (10).

## Patentkrav:

1. Förfarande för optisk mätning av dimensionen (b) hos en kropp (1) genom att låta sin riktning bevarande ljusstråle (8') svepa över en fotoelektricitetsomvandlare (7) vid ett framför densamma placerat raster (6), vilket raster (6) består av växelvis anordnade ogenomskinliga (11) och genomskinliga områden (10) så, att fotoelektricitetsomvandlaren (7) mottager ljuspulser, varvid kroppen (1) som skall mätas placeras framför rastret (6) så, att den hindrar ljusstrålen att nå rastret (6) resp. fotoelektricitetsomvandlaren (7) i området som motsvarar dimensionen av kroppen som skall mätas. och de mottagna ljuspulserna omvandlas till strömpulser, varvid dimensionen som skall mätas kan beräknas med anledning av antalet strömpulser, k ä n n e - t e c k n a t därav, att man utnyttjar ett sådant raster (6A,6B), vilket med avseende på indelningen i området (10,11) delats i två identiskt indelade, parallellt placerade och varandra överlappande delraster (6A och 6B), ur vilka de erhållna ljuspulserna anges och räknas skilt för vardera delrastret (6A,6B).

2. Anordning för tillämpande av förfarandet enligt patentkravet 1, varvid den omfattar

organ för åstadkommande av ljussvep (2,3,4) för förflyttande av ljusstrålen (8') utan att ändra dess riktning,  
en fotoelektricitetsomvandlare (7) för mottagande av ljuspulserna och omvandlande av desamma till strömpulser,

ett raster (6), som består av växelvis anordnade ogenomskinliga (11) och genomskinliga (10) områden och vilket placerats framför fotoelektricitetsomvandlaren (7) så, att ljusstrålen (8') vid träffandet av rastret (6) kan genomtränga via de genomskinliga områdena (10),

k ä n n e t e c k n a d därav, att

rastret (6) med avseende på indelningen i områden (10,11) delats i två identiskt indelade, parallellt placerade och varandra överlappande delraster (6A och 6B),

fotoelektricitetsomvandlaren har på motsvarande sätt delats i åtminstone två skilda delomvandlare (7A och 7B) för mottagande av ljuspulserna från respektive delraster (6A och 6B), och att anordningen omfattar räkne- och jämförelseorgan (8A,8B och 9) för räknande och behandlande av de från delomvandlaren (7A och 7B) kommande strömpulserna.

3. Anordning enligt patentkravet 2, k ä n n e t e c k n a d därav, att antalet delraster (6A och 6B) är två.

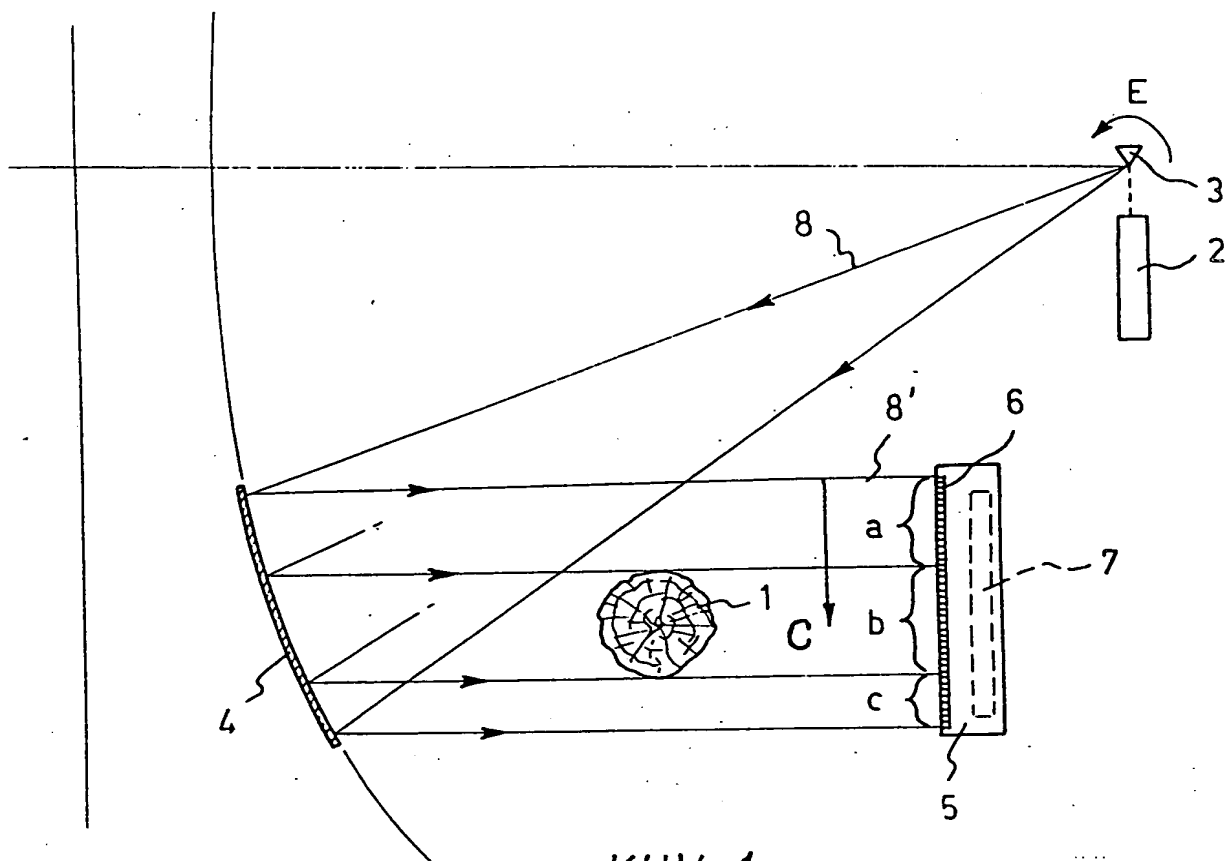
4. Anordning enligt patentkravet 2, k ä n n e t e c k n a d därav, att antalet delraster (6A och 6B) är tre eller flera.

5. Anordning enligt patentkravet 3, k ä n n e t e c k n a d därav, att överlappningen av områdena (10,11) anordnats så, att ett ogenomskinligt område (11) i vardera delrastret (6A och 6B) alltid ligger i linje med ett genomskinligt område (10) i det bredvid liggande delrastret.

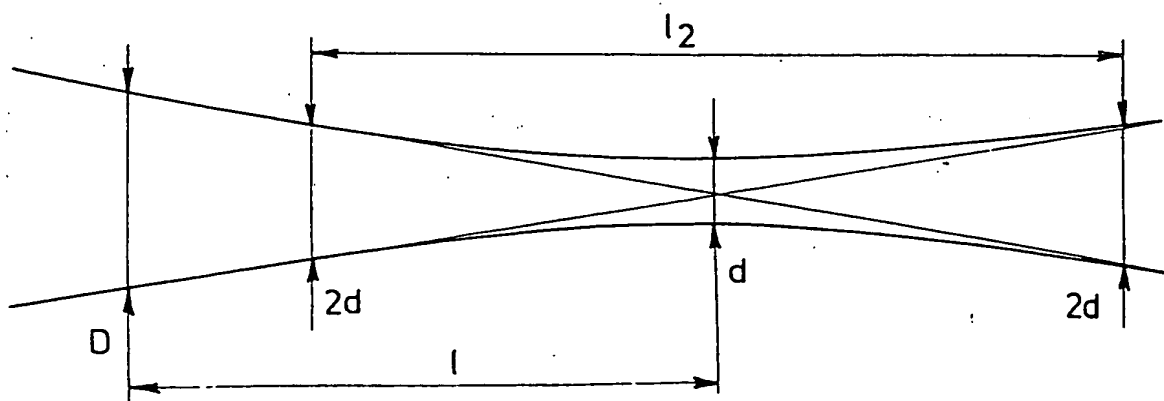
Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

—

54972



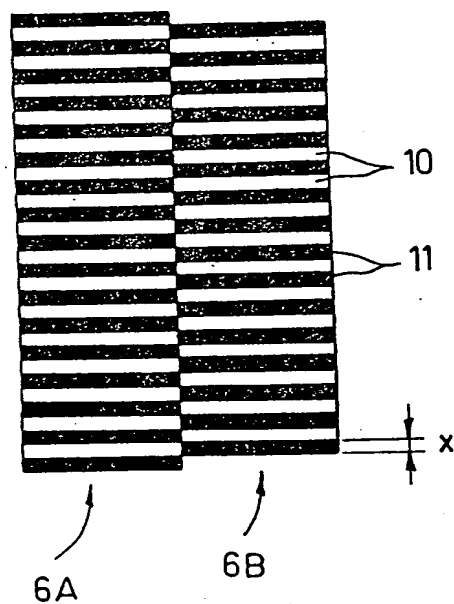
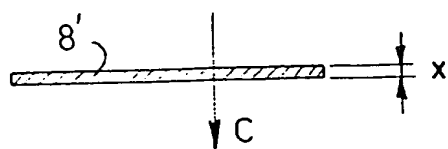
KUV. 1



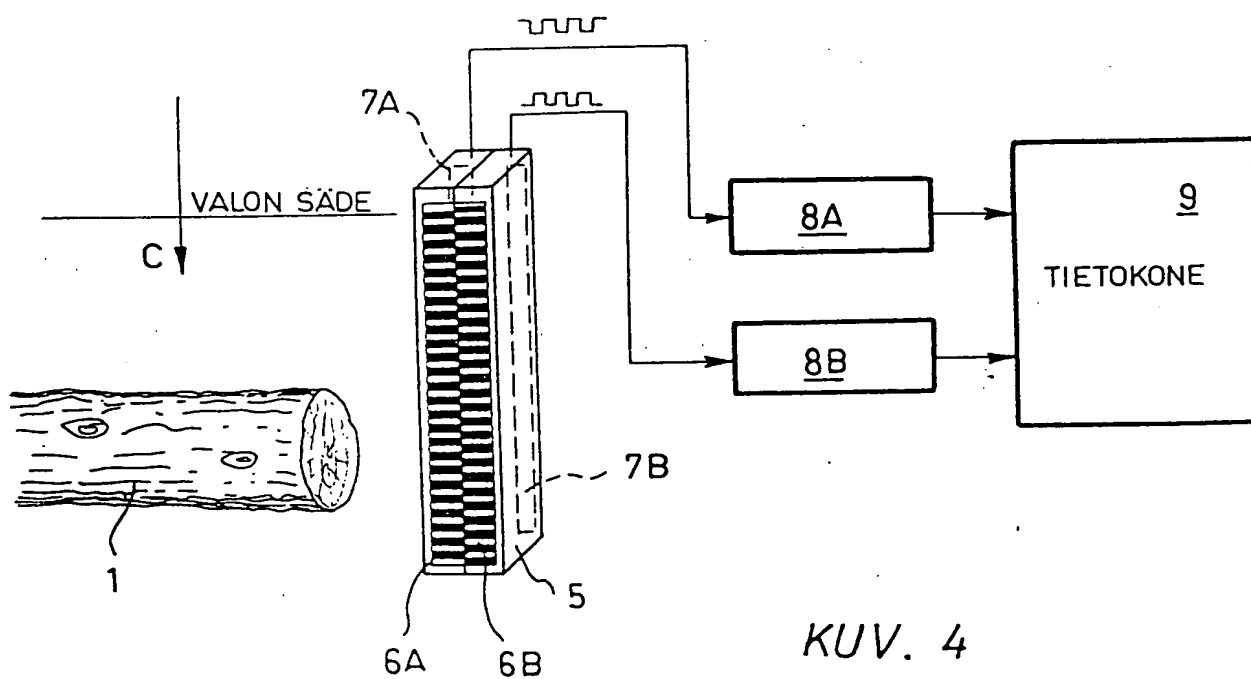
KUV. 2



54972



KUV. 3



KUV. 4

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**